

## PATENT COOPERATION TREATY

PCT

## NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Assistant Commissioner for Patents  
 United States Patent and Trademark  
 Office  
 Box PCT  
 Washington, D.C. 20231  
 ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

in its capacity as elected Office

Date of mailing (day/month/year)

08 February 2000 (08.02.00)

International application No.

PCT/EP99/03437

Applicant's or agent's file reference

H60314PC/ih

International filing date (day/month/year)

19 May 1999 (19.05.99)

Priority date (day/month/year)

20 May 1998 (20.05.98)

Applicant

DÜBAL, Hans-Rolf et al

1. The designated Office is hereby notified of its election made:



in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:

17 December 1999 (17.12.99)



in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:

2. The election ☒ was

was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO  
 34, chemin des Colombettes  
 1211 Geneva 20, Switzerland

Authorized officer

Claudio Borton

**claims "as enclosed to IPER"**

**Patent claims**

1. A monostable ferroelectric active matrix display, containing a liquid crystal layer in the form of a monodomain with an unambiguously defined direction of the normal  $z$  to the layer of the  $smC^*$  phase, wherein the normal  $z$  to the layer and the preferential direction  $n$  of the nematic or cholesteric phase ( $N^*$  phase) form an angle of more than  $5^\circ$ .
2. The active matrix display as claimed in claim 1, wherein the angle between the normal  $z$  to the layer of the  $smC^*$  phase and the preferential direction  $n$  of the nematic or cholesteric phase ( $N^*$  phase) lies in a range of from 0.5 times to 1.0 times the  $smC^*$  tilt angle.
3. The active matrix display as claimed in claim 1 or 2, wherein the ferroelectric liquid crystal layer has a phase sequence of
$$I^*-N^*-smC^*$$
where there may be an  $smA^*$  phase having a range of existence of at most  $2^\circ C$  between the  $N^*$  phase and the  $smC^*$  phase.
4. The active matrix display as claimed in one of claims 1 to 3, wherein the spontaneous polarization of the ferroelectric liquid crystal phase is less than  $15 \text{ nC/cm}^2$ .

5. The active matrix display as claimed in one of claims 1 to 4, wherein, in the liquid crystal layer, the length of the chiral-nematic or cholesteric pitch in a temperature range of at least 2°C above the transition to the smectic phase is more than 50  $\mu\text{m}$ .

6. A process for producing active matrix displays as claimed in one of claims 1 to 5, in which the liquid crystal layer is introduced into the interspace between a rubbed upper substrate plate and a rubbed lower substrate plate of the active matrix display, the rubbing directions on the upper and lower substrate plates being essentially parallel, and the liquid crystal phase is cooled from the isotropic phase, an electric DC voltage being applied to the display at least during the  $N^* \rightarrow \text{smC}^*$  or  $N^* \rightarrow \text{smA}^* \rightarrow \text{smC}^*$  phase transition.

7. The use of active matrix displays as claimed in one of claims 1 to 5 in the TV, HDTV or multimedia field or in the field of information processing.

8. The use as claimed in claim 7 in Notebook PCs, personal digital assistants and desktop monitors.

# PCT

## NOTIFICATION CONCERNING SUBMISSION OR TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT

(PCT Administrative Instructions, Section 411)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

ISENBRUCK, Günter  
Bardehle, Pagenberg, Dost,  
Altenburg, Geissler, Isbruck  
Theodor-Heuss-Anlage 12  
D-68165 Mannheim Mannheim  
ALLEMAGNE

26. JULI 1999

Frist:

Bear.:

Date of mailing (day/month/year) 14 July 1999 (14.07.99)	
Applicant's or agent's file reference H60314PC/ih	IMPORTANT NOTIFICATION
International application No. PCT/EP99/03437	International filing date (day/month/year) 19 May 1999 (19.05.99)
International publication date (day/month/year) Not yet published	Priority date (day/month/year) 20 May 1998 (20.05.98)
Applicant AVENTIS RESEARCH & TECHNOLOGIES GMBH & CO. KG et al	

1. The applicant is hereby notified of the date of receipt (except where the letters "NR" appear in the right-hand column) by the International Bureau of the priority document(s) relating to the earlier application(s) indicated below. Unless otherwise indicated by an asterisk appearing next to a date of receipt, or by the letters "NR", in the right-hand column, the priority document concerned was submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b).
2. This updates and replaces any previously issued notification concerning submission or transmittal of priority documents.
3. An **asterisk(\*)** appearing next to a date of receipt, in the right-hand column, denotes a priority document submitted or transmitted to the International Bureau but not in compliance with Rule 17.1(a) or (b). In such a case, **the attention of the applicant is directed** to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.
4. The **letters "NR"** appearing in the right-hand column denote a priority document which was not received by the International Bureau or which the applicant did not request the receiving Office to prepare and transmit to the International Bureau, as provided by Rule 17.1(a) or (b), respectively. In such a case, **the attention of the applicant is directed** to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.

<u>Priority date</u>	<u>Priority application No.</u>	<u>Country or regional Office or PCT receiving Office</u>	<u>Date of receipt of priority document</u>
20 May 1998 (20.05.98)	198 22 830.9	DE	29 June 1999 (29.06.99)

The International Bureau of WIPO  
34, chemin des Colombettes  
1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No. (41-22) 740.14.35

Authorized officer

G. Bähr

Telephone No. (41-22) 398.63.38

Absender: DIE MIT DER INTERNATIONALEN VORLÄUFIGEN  
PRÜFUNG BEAUFTRAGTE BEHÖRDE

**PCT**

An

BARDEHLE PAGENBERG DOST  
ALTENBURG GEISSLER ISENBRUCK  
Theodor-Heuss-Anlage 12  
D-68165 Mannheim  
ALLEMAGNE

**Patent- u. Rechtsanwälte  
Mannheim**

**20. JAN. 2000**

**Frist:**

**Beitrag:**

**MITTEILUNG ÜBER DEN EINGANG DES  
ANTRAGS BEI DER ZUSTÄNDIGEN MIT DER  
INTERNATIONALEN VORLÄUFIGEN PRÜFUNG  
BEAUFTRAGTEN BEHÖRDE**

(Regeln 59.3 e) und 61.1 b) Satz 1 PCT sowie  
Abschnitt 601 a) der Verwaltungsvorschriften)

Absendedatum  
(Tag/Monat/Jahr) **19. 01. 00**

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts <b>H60314PC/ih</b>		<b>WICHTIGE MITTEILUNG</b>
Internationales Aktenzeichen <b>PCT/ EP 99/ 03437</b>	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) <b>19/05/1999</b>	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) <b>20/05/1998</b>
Anmelder <b>AVENTIS RESEARCH &amp; TECHNOLOGIES GMBH...et al.</b>		

1. Dem Anmelder wird **mitgeteilt**, daß die mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragte Behörde nachstehendes Datum als Eingangsdatum des Antrags auf internationale vorläufige Prüfung der internationalen Anmeldung betrachtet:

17/12/1999

2. Dieses Eingangsdatum entspricht:

- ☒ dem tatsächlichen Eingangsdatum des Antrags bei der Behörde (Regel 61.1 b)).
- ☐ dem tatsächlichen Datum, an dem der Antrag für die Behörde entgegengenommen worden ist (Regel 59.3 e)).
- ☐ dem Datum, an dem die Behörde auf die Aufforderung zur Behebung von Mängeln des Antrags (Formblatt PCT/IPEA/404) hin die erforderlichen Berichtigungen erhalten hat.

3. ☐ **ACHTUNG:** Das Eingangsdatum liegt **NACH** dem Ablauf von 19 Monaten ab dem Prioritätsdatum. Folglich führt die im Antrag erfolgte Auswahl von Vertragsstaaten nicht zu einer Verschiebung des Eintritts in die nationale Phase bis zu 30 (oder in manchen Ämtern mehr) Monaten ab dem Prioritätsdatum (Artikel 39 (1)). Daher müssen die für den Eintritt in die nationale Phase erforderlichen Handlungen innerhalb von 20 (oder in manchen Ämtern mehr) Monaten ab dem Prioritätsdatum (Artikel 22) vorgenommen werden. Nähere Einzelheiten sind dem *PCT-Leitfaden für Anmelder*, BAND II zu entnehmen.

☐ (falls zutreffend) Diese Mitteilung gilt als Bestätigung der am \_\_\_\_\_  
per Telefon, Fax oder persönlich erteilten Auskunft.

4. Nur wenn Punkt 3 zutrifft, wurde dem Internationalen Büro ein Exemplar dieser Mitteilung übermittelt.

Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen  
Prüfung beauftragten Behörde



Europäisches Patentamt  
D-80298 München  
Tel. (+ 49-89) 2399-0, Tx: 523656 epmu d  
Fax: (+ 49-89) 2399-4465

Bevollmächtigter Bediensteter

**RIXNER E K**

Tel. (+ 49-89) 2399-8557



# GEBIET DES PATENTWESENES

Absender: MIT DER INTERNATIONALEN VORLÄUFIGEN  
PRÜFUNG BEAUFTRAGTE BEHÖRDE

An:

BARDEHLE PAGENBERG DOST  
ALTENBURG GEISSLER ISENBRUCK  
Theodor-Heuss-Anlage 12  
D-68165 Mannheim  
ALLEMAGNE

20.9.2000

*Ph* → **(SF) PCT**

MITTEILUNG ÜBER DIE ÜBERSENDUNG  
DES INTERNATIONALEN VORLÄUFIGEN  
PRÜFUNGSBERICHTS  
(Regel 71.1 PCT)

Absendedatum  
(Tag/Monat/Jahr) 18.08.2000

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts *28-11-finst uot.ih*  
H60314PC/ih

## WICHTIGE MITTEILUNG

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP99/03437

Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr)  
19/05/1999

Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr)  
20/05/1998

Anmelder  
AVENTIS RESEARCH & TECHNOLOGIES GMBH...et al.

1. Dem Anmelder wird mitgeteilt, daß ihm die mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragte Behörde hiernit den zu der internationalen Anmeldung erstellten internationalen vorläufigen Prüfungsbericht, gegebenenfalls mit den dazugehörigen Anlagen, übermittelt.
2. Eine Kopie des Berichts wird - gegebenenfalls mit den dazugehörigen Anlagen - dem Internationalen Büro zur Weiterleitung an alle ausgewählten Ämter übermittelt.
3. Auf Wunsch eines ausgewählten Amtes wird das Internationale Büro eine Übersetzung des Berichts (jedoch nicht der Anlagen) ins Englische anfertigen und diesem Amt übermitteln.

### 4. ERINNERUNG

Zum Eintritt in die nationale Phase hat der Anmelder vor jedem ausgewählten Amt innerhalb von 30 Monaten ab dem Prioritätsdatum (oder in manchen Ämtern noch später) bestimmte Handlungen (Einreichung von Übersetzungen und Entrichtung nationaler Gebühren) vorzunehmen (Artikel 39 (1)) (siehe auch die durch das Internationale Büro im Formblatt PCT/IB/301 übermittelte Information).

Ist einem ausgewählten Amt eine Übersetzung der internationalen Anmeldung zu übermitteln, so muß diese Übersetzung auch Übersetzungen aller Anlagen zum internationalen vorläufigen Prüfungsbericht enthalten. Es ist Aufgabe des Anmelders, solche Übersetzungen anzufertigen und den betroffenen ausgewählten Ämtern direkt zuzuleiten.

Weitere Einzelheiten zu den maßgebenden Fristen und Erfordernissen der ausgewählten Ämter sind Band II des PCT-Leitfadens für Anmelder zu entnehmen.

Name und Postanschrift der mit der internationalen Prüfung beauftragten Behörde



Europäisches Patentamt  
D-80298 München  
Tel +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d

Bevollmächtigter Bediensteter

Mamell, J



# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

## PCT

### INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)



Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts H60314PC/ih	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsbericht (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/EP99/03437	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 19/05/1999	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Tag) 20/05/1998
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK G02F1/141		
Anmelder AVENTIS RESEARCH & TECHNOLOGIES GMBH...et al.		

1. Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationale vorläufigen Prüfung beauftragte Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
2. Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 6 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.
- ☒ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).

Diese Anlagen umfassen insgesamt 1 Blätter.

3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Berichts
- II ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderische Tätigkeit und der gewerbliche Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☒ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☒ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags  17/12/1999	Datum der Fertigstellung dieses Berichts  18.08.2000
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:   Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d	Bevollmächtigter Bediensteter  Lerbinger, K  

**I. Grundlage des Berichts**

1. Dieser Bericht wurde erstellt auf der Grundlage (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigefügt, weil sie keine Änderungen enthalten.*):

**Beschreibung, Seiten:**

1-13                      ursprüngliche Fassung

**Patentansprüche, Nr.:**

1-4                      ursprüngliche Fassung

5-8                      eingegangen am                      24/05/2000    mit Schreiben vom    23/05/2000

2. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- ☐ Beschreibung,              Seiten:  
☐ Ansprüche,                Nr.:  
☐ Zeichnungen,              Blatt:

3. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)):

4. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

**V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung**

**1. Feststellung**

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche	1-8
	Nein: Ansprüche	
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche	6
	Nein: Ansprüche	1-5,7,8
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche	1-8
	Nein: Ansprüche	



2. Unterlagen und Erklärungen

**siehe Beiblatt**

**VII. Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung**

Es wurde festgestellt, daß die internationale Anmeldung nach Form oder Inhalt folgende Mängel aufweist:

**siehe Beiblatt**

**VIII. Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung**

Zur Klarheit der Patentansprüche, der Beschreibung und der Zeichnungen oder zu der Frage, ob die Ansprüche in vollem Umfang durch die Beschreibung gestützt werden, ist folgendes zu bemerken:

**siehe Beiblatt**

**Punkt V**

- 1 Die Druckschrift US 4,783,148 beschreibt in der Tabelle in Spalte 6 ein ferroelektrisches Display, enthaltend eine Flüssigkristallschicht in Form einer Monodomäne mit einer eindeutig definierten Richtung der Schichtennormalen  $z$  der  $smC^*$ -Phase (Zellen 1 bis 3, mit der Flüssigkristallmischung im Mischungsverhältnis 85:15), wobei die Schichtennormale  $z$  und die Vorzugsrichtung  $n$  der cholesterischen Phase einen endlichen Winkel ausbilden (siehe die Abbildung 3B). Der Gegenstand des Anspruchs 1 unterscheidet sich daher von diesem bekannten Display dadurch,
  - (i) daß es sich um ein Aktivmatrix-Display handelt, und
  - (ii) daß der endliche Winkel größer als  $5^\circ$  ist.

Der Gegenstand des Anspruchs 1 entspricht somit den Erfordernissen des Artikels 33 (2) PCT.

- 2 Das in Anspruch 1 der vorliegenden Anmeldung vorgeschlagene Display kann aus folgenden Gründen nicht als erfinderisch betrachtet werden:

Das erste dieser beiden Merkmale beschreibt lediglich eine bekannte Alternative bei Displays. Mit anderen Worten, es ist dem Fachmann bekannt, daß ferroelektrische Displays sowohl als passive Matrix-Displays, d.h. ohne Schaltelemente pro Pixel betrieben werden, als auch als Aktivmatrix-Display betrieben werden können (siehe Patent Abstracts of Japan 08152654). Die Wahl einer für den beabsichtigten Einsatzzweck geeigneten Ansteuerart, also passives oder aktives Display, liegt selbstverständlich im Rahmen des normalen fachüblichen Handelns, da die damit einhergehenden Wirkungen und Probleme dem Fachmann wohlbekannt sind.

Ein Winkel der größer als  $5^\circ$  ist, ist aus der US 4,783,148 nicht zu entnehmen. Allerdings zeigt die Abbildung 3B eine Situation, bei der der Winkel etwa  $45^\circ$  beträgt. Selbst unter Berücksichtigung, daß die Zeichnung die Orientierung der Flüssigkristallmoleküle in den beiden Phasen nur schematisch wiedergibt, entnimmt der Fachmann dieser Figur doch, daß der Winkel einen signifikanten Wert besitzen soll. Die Festlegung eines Mindestwertes von  $5^\circ$  beruht deshalb auf keiner erfinderischen Tätigkeit.

Die Druckschrift US 4,783,148 erwähnt nicht explizit, daß es sich um ein monostabiles Display handelt. Da aber die wesentlichen Eigenschaften des beanspruchten Displays mit dem bekannten Display übereinstimmen (die fehlenden Schaltelemente spielen für das Vorliegen von monostabilem Verhalten keine Rolle), ist davon auszugehen, daß auch das bekannte Display dieses Verhalten zeigt.

Der Gegenstand des Anspruchs 1 beruht somit nicht auf einer erfinderischen Tätigkeit und erfüllt damit nicht das in Artikel 33(3) PCT genannte Kriterium.

- 3 Die Merkmale der abhängigen Ansprüche 3 und 5 betreffen Einschränkungen, die bereits aus der Druckschrift US 4,783,148 bekannt sind (Spalte 6, Phasenfolge; Spalte 6, die Tabelle zeigt einen Pitch von 750  $\mu\text{m}$ ).

Die Merkmale der abhängigen Ansprüche 2 und 4 beschreiben Parameterbereiche von Parametern, die in der Druckschrift US 4,783,148 nicht diskutiert werden. Die angegebenen Grenzwerte definieren allerdings Bereiche, in denen der Fachmann routinemäßig arbeiten würde.

Deshalb liegt dem Gegenstand dieser Ansprüche keine erfinderische Tätigkeit zugrunde.

- 4 Keine der vorliegenden Druckschriften beschreibt ein Verfahren zur Herstellung von Aktivmatrix-Displays, bei dem die Reiberichtungen auf der Ober- und Untersubstratplatte im wesentlichen parallel sind und beim Abkühlen eine elektrische Gleichspannung am Display anliegt.

Das Verfahren des Anspruchs 6 ist somit neu und beruht auch auf einer erfinderischen Tätigkeit.

- 5 Es ist für den Fachmann naheliegend, das im Anspruch 1 vorgeschlagene Display im Bereich der Informationsbearbeitung, z.B. in einem Notebook-PC zu verwenden.

Der Gegenstand der Ansprüche 7 und 8 beruht somit nicht auf einer erfinderischen Tätigkeit und erfüllt damit nicht das in Artikel 33(3) PCT genannte Kriterium.

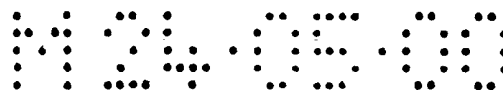
#### **Punkt VII**

- 1 Im Widerspruch zu den Erfordernissen der Regel 5.1 a) ii) PCT werden in der Beschreibung weder der in den Druckschriften US 4,783,148, Patent Abstracts of Japan 08152654 und K. Nito et al. "A Novel Surface-Stabilized Monostable Ferroelectric LCD", Conference Records of the 1991 International Display Research Conference, pp. 179-182 offenbarte einschlägige Stand der Technik noch diese Druckschriften angegeben.

#### **Punkt VIII**

- 1 Der unabhängige Anspruch 8 und der abhängige Anspruch 9 entsprechen nicht den

Erfordernissen des Artikels 6 PCT, da nicht klar, welche besonderen technischen Merkmale die Verwendung von Aktivmatrix-Displays im TV-, HDTV oder Multimedia-Bereich oder im Bereich der Informationsverarbeitung kennzeichnen.



15

5. Aktivmatrix-Display nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß in der Flüssigkristallschicht die Länge der chiral-nematischen beziehungsweise cholesterischen Ganghöhe (pitch) in einem Temperaturbereich von mindestens 2°C oberhalb des Übergangs zur smektischen Phase mehr als 50 µm beträgt.

6. Verfahren zur Herstellung von Aktivmatrix-Displays nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem man die Flüssigkristallschicht in den Zwischenraum zwischen einer geriebenen Obersubstratplatte und einer geriebenen Untersubstratplatte des Aktiv-Matrix-Displays einbringt, wobei die Reiberichtungen auf der Ober- und Untersubstratplatte im wesentlichen parallel sind, und die Flüssigkristallphase aus der isotropen Phase abkühlt, wobei zumindest beim Phasenübergang  $N^* \rightarrow smC^*$  beziehungsweise  $N^* \rightarrow smA^* \rightarrow smC^*$  eine elektrische Gleichspannung am Display anliegt.

15

~~7. Aktivmatrix-Display, herstellbar nach dem Verfahren gemäß Anspruch 6/~~

78. Verwendung von Aktivmatrix-Displays nach einem der Ansprüche 1 bis 5 und 7 im TV-, HDTV- oder Multimedia-Bereich oder im Bereich der Informationsverarbeitung.

20

89. Verwendung nach Anspruch <sup>7</sup>8 in Notebook-PCs, Personal Digital Assistants und Desktop-Monitoren.

<b>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> :</b>  <b>G02F 1/141</b>	<b>A1</b>	<b>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/60441</b>  <b>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum:</b> 25. November 1999 (25.11.99)
<b>(21) Internationales Aktenzeichen:</b> PCT/EP99/03437 <b>(22) Internationales Anmeldedatum:</b> 19. Mai 1999 (19.05.99)  <b>(30) Prioritätsdaten:</b> 198 22 830.9      20. Mai 1998 (20.05.98)      DE  <b>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US):</b> AVENTIS RESEARCH & TECHNOLOGIES GMBH & CO. KG [DE/DE]; D-65926 Frankfurt am Main (DE).  <b>(72) Erfinder; und</b> <b>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US):</b> DÜBAL, Hans-Rolf [DE/DE]; Am Langenstück 13, D-65343 Eltville (DE). WINGEN, Rainer [DE/DE]; Langenhainer Weg 11, D-65795 Hattersheim (DE). NONAKA, Toshiaki [JP/JP]; 1314-3-206 Shimofugisawa Iruma-shi, Saitama (JP).  <b>(74) Anwalt:</b> ISENBRUCK, Günter; Bardehle, Pagenberg, Dost, Altenburg, Geissler, Isbruck Theodor-Heuss-Anlage 12, D-68165 Mannheim (DE).		<b>(81) Bestimmungsstaaten:</b> BR, CA, CN, CZ, HU, JP, KR, MX, PL, RU, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).  <b>Veröffentlicht</b> <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i> <i>Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen</i> <i>Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen</i> <i>eintreffen.</i>
<b>(54) Title:</b> MONOSTABLE FERROELECTRIC ACTIVE-MATRIX DISPLAY  <b>(54) Bezeichnung:</b> MONOSTABILES FERROELEKTRISCHES AKTIVMATRIX-DISPLAY  <b>(57) Abstract</b>  The invention relates to a monostable ferroelectric active-matrix display which contains a liquid crystal layer in the form of a monodomain, whose normals <i>z</i> to the smC* phase layer have a defined direction and which is characterized in that the normals <i>z</i> to said layer and the preferred direction <i>n</i> of the nematic or cholesteric phase (N* phase) form an angle of more than 5°.		
<b>(57) Zusammenfassung</b>  Das monostabile ferroelektrische Aktivmatrix-Display enthält eine Flüssigkristallschicht in Form einer Monodomäne mit einer eindeutig definierten Richtung der Schichtennormalen <i>z</i> der smC*-Phase und ist dadurch gekennzeichnet, dass die Schichtennormalen <i>z</i> und die Vorzugsrichtung <i>n</i> der nematischen beziehungsweise cholesterischen Phase (N*-Phase) einen Winkel von mehr als 5° ausbilden.		

# LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland		
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

---

## Monostabiles ferroelektrisches Aktivmatrix-Display

---

5

Der Ersatz der Kathodenstrahlröhre (Bildröhre) durch einen flachen Bildschirm erfordert eine Displaytechnologie, die gleichzeitig eine hohe Bildauflösung, d.h. mehr als 1000 Zeilen, eine hohe Bildhelligkeit ( $>200 \text{ Cd/m}^2$ ), einen hohen Kontrast  
10 ( $>100:1$ ), eine hohe Bildfrequenz ( $>60 \text{ Hz}$ ), eine ausreichende Farbdarstellung ( $>16$  Mio Farben), ein großes Bildformat ( $>40 \text{ cm}$  Bildschirmdiagonale), eine geringe Leistungsaufnahme und einen weiten Betrachtungswinkel ermöglicht und zudem kostengünstig herstellbar ist. Bislang existiert keine Technologie, die alle diese Merkmale gleichzeitig in vollem Umfang erfüllt.

15

Viele Hersteller haben Bildschirme auf der Basis nematischer Flüssigkristalle entwickelt, die seit einigen Jahren beispielsweise im Bereich von Notebook PC, Personal Digital Assistants und Desktop Monitoren im Einsatz sind. Dabei werden die Technologien STN (Supertwisted Nematics), AM-TN (Active Matrix - Twisted  
20 Nematics), AM-IPS (Active Matrix - In Plane Switching), AM-MVA (Active Matrix - Multidomain Vertically Aligned) verwendet, die in der Literatur ausführlich beschrieben werden, siehe z.B. T. Tsukuda, TFT/LCD: Liquid Crystal Displays Addressed by Thin-Film Transistors, Gordon and Breach 1996, ISBN 2-919875-01-9 und darin zitierte Literatur; SID Symposium 1997, ISSN-0097-  
25 966X, Seiten 7 bis 10, 15 bis 18, 47 bis 51, 213 bis 216, 383 bis 386, 397 bis 404 und darin zitierte Literatur. Darüber hinaus werden die Technologien PDP (Plasma Display Panel), PALC (Plasma Addressed Liquid Crystal), ELD (Electro Luminescent Display) und FED (Field Emission Display) angewandt, die ebenfalls im zitierten SID Bericht erläutert sind.



Clark und Lagerwall (US 4,367,924) konnten zeigen, daß der Einsatz ferroelektrischer Flüssigkristalle (FLC) in sehr dünnen Zellen zu optoelektrischen Schalt- oder Anzeigeelementen führt, die im Vergleich zu den herkömmlichen TN ("twisted nematic")-Zellen um bis zu einem Faktor 1000 schnellere Schaltzeiten haben, siehe auch EP-A 0 032 362. Aufgrund dieser und anderer günstiger Eigenschaften, z. B. der bistabilen Schaltmöglichkeit und des nahezu blickwinkelunabhängigen Kontrasts, sind FLCs grundsätzlich für Anwendungsgebiete wie Computerdisplays und Fernsehgeräte geeignet, wie ein seit Mai 1995 in Japan von Canon vermarkteter Monitor zeigt.

10

Für die Verwendung von FLCs in elektrooptischen oder vollständig optischen Bauelementen benötigt man entweder Verbindungen, die smektische Phasen ausbilden und selbst optisch aktiv sind, oder man kann durch Dotierung von Verbindungen, die zwar solche smektischen Phasen ausbilden, selbst aber nicht optisch aktiv sind, mit optisch aktiven Verbindungen ferroelektrische smektische Phasen induzieren. Die gewünschte Phase soll dabei über einen möglichst großen Temperaturbereich stabil sein.

Die einzelnen Bildelemente (Pixel) eines LC-Displays sind üblicherweise in einer x,y Matrix angeordnet, die durch die Anordnung je einer Serie von Elektroden (Leiterbahnen) entlang der Reihen und der Spalten an der Unter- bzw. Oberseite des Displays gebildet wird. Die Kreuzungspunkte der horizontalen (Reihen-) und vertikalen (Spalten-) Elektroden bilden adressierbare Pixel.

Diese Anordnung der Bildpunkte bezeichnet man üblicherweise als eine passive Matrix. Zur Adressierung wurden verschiedene Multiplex-Schemata entwickelt, wie beispielsweise in Displays 1993, Vol. 14, Nr. 2, S. 86-93 und Kontakte 1993 (2), S. 3-14 beschrieben. Die passive Matrixadressierung hat den Vorteil einer einfacheren Herstellung des Displays und damit verbundenen geringen Herstellkosten, jedoch

- den Nachteil, daß die passive Adressierung immer nur zeilenweise erfolgen kann, was dazu führt, daß die Adressierungszeit des gesamten Bildschirms bei N Zeilen das N-fache der Zeilenadressierungszeit beträgt. Bei üblichen Zeilenadressierungszeiten von ca. 50 Mikrosekunden bedeutet das eine
- 5 Bildschirmadressierungszeit von ca. 60 Millisekunden bei z.B. HDTV Norm (High Definition TV, 1152 Zeilen), d.h. einer maximalen Bildfrequenz von ca. 16 Hz. Diese Frequenz ist für die Darstellung bewegter Bilder zu gering. Zudem ist die Darstellung von Graustufen schwierig. Mizutani et.al. haben anlässlich der FLC-Konferenz in Brest, Frankreich (20.-24 Juli 1997, siehe Abstract Book 6<sup>th</sup> International Conference
- 10 on Ferroelectric Liquid Crystals, Brest / France) ein passives FLC-Display mit digitalen Graustufen vorgestellt, bei dem jeder der RGB-Bildpunkte (RGB= red, green, blue) in Unterpunkte unterteilt wurde, wodurch vermittelt partiell Schalten die Darstellung von Grauwerten in digitaler Form ermöglicht wird. Bei N Grauwerten unter Verwendung dreier Grundfarben (rot, grün, blau) ergeben sich  $3^N$  Farben. Der
- 15 Nachteil dieser Methode ist eine starke Erhöhung der Anzahl benötigter Bildschirmtreiber und damit der Kosten. Im Falle des in Brest gezeigten Bildschirms wurden dreimal so viele Treiber benötigt, wie bei einem normalen FLC Display ohne digitale Graustufen.
- 20 Bei der sogenannten Aktivmatrix-Technologie (AMLCD) wird üblicherweise ein nicht-strukturiertes Substrat mit einem Aktivmatrix-Substrat kombiniert. An jedem Pixel des Aktivmatrixsubstrates ist ein elektrisch nichtlineares Element, beispielsweise ein Dünnschichttransistor, integriert. Bei dem nichtlinearen Element kann es sich auch um Dioden, Metall-Insulator-Metall u.ä. Elemente handeln, die vorteilhaft mit
- 25 Dünnschichtverfahren hergestellt werden und in der einschlägigen Literatur beschrieben sind, siehe z.B. T. Tsukuda, TFT/LCD: Liquid Crystal Displays Addressed by Thin-Film Transistors, Gordon and Breach 1996, ISBN 2-919875-01-9 und darin zitierte Literatur.

Aktivmatrix-LCDs werden üblicherweise mit nematischen Flüssigkristallen im TN- (twisted nematics), ECB- (electrically controlled birefringence), VA- (vertically aligned) oder IPS- (in plane switching) Modus betrieben. In jedem Fall wird durch die aktive Matrix an jedem Bildpunkt ein elektrisches Feld individueller Stärke erzeugt, das eine Orientierungsänderung und damit eine Änderung der Doppelbrechung erzeugt, die wiederum im polarisierten Licht sichtbar ist. Ein schwerwiegender Nachteil dieser Verfahren ist die mangelnde Videofähigkeit bedingt durch die zu langen Schaltzeiten nematischer Flüssigkristalle.

- 10 Unter anderem aus diesem Grunde wurden Flüssigkristallanzeigen, die auf einer Kombination aus ferroelektrischen Flüssigkristallmaterialien und Aktiven Matrix - Elementen beruhen, vorgeschlagen, siehe z.B. WO 97/12355 oder Ferroelectrics 1996, 179, 141-152, W.J.A.M. Hartmann, IEEE Trans. Electron. Devices 1989, 36, (9;Pt. 1), 1895-9, sowie Dissertation Eindhoven, Niederlande 1990.

15

- Hartmann nutzte eine Kombination aus der sogenannten 'Quasi-bookshelf Geometrie' (QBG) von FLC und einer TFT (Thin-Film-Transistor) Aktivmatrix und erhielt gleichzeitig eine hohe Schaltgeschwindigkeit, Graustufen und eine hohe Transmission. Allerdings ist die QBG nicht über einen weiten Temperaturbereich stabil, da durch die Temperaturabhängigkeit der smektischen Schichtdicke die feldinduzierte Lagenstruktur aufbricht oder sich dreht. Darüber hinaus nutzt Hartmann ein FLC-Material mit einer Spontanpolarisation von mehr als  $20 \text{ nC/cm}^2$ , was bei Bildpunkten mit realistischen Dimensionen von z.B.  $0,01 \text{ mm}^2$  Fläche zu großen elektrischen Ladungen führt (bei Sättigung gilt  $Q = 2 A P$ ,  $A =$
- 20 Bildpunktfläche,  $P =$  spontane Polarisation), die z.B. mit kostengünstig herstellbaren amorphen Silizium - TFT während der Öffnungszeit des TFT nicht auf den Bildpunkt gelangen können. Aus diesen Gründen wurde diese Technologie bisher nicht weiterverfolgt.
- 25

Während Hartmann die ladungskontrollierte Bistabilität zur Darstellung einer nahezu kontinuierlichen Grauskala ausnutzt, haben Nito et. al. eine monostabile FLC-Geometrie vorgeschlagen, siehe Journal of the SID, 1 / 2, 1993, Seiten 163-169, bei der das FLC-Material mit Hilfe verhältnismäßig hoher Spannungen derart  
5 orientiert wird, daß nur eine stabile Lage entsteht, aus der dann durch Anlegen eines elektrischen Feldes über einen Dünnschichttransistor eine Reihe von Zwischenzuständen erzeugt werden, die bei angepaßter Zellengeometrie zwischen gekreuzten Polarisatoren einer Reihe von verschiedenen Helligkeitsgraden (Grauwerten) entsprechen.

10

Ein Nachteil dieses Vorgehens ist jedoch das Auftreten einer Streifentextur im Display, die den Kontrast und die Helligkeit dieser Zelle begrenzt (siehe Abb. 8 im o.a. Zitat). Die nachteilige Streifentextur läßt sich durch eine Behandlung mit einer hohen elektrischen Spannung (20-50 V) in der nematischen bzw. cholesterischen  
15 Phase (siehe S. 168 des o.a. Zitates) zwar korrigieren; jedoch ist eine solche Feldbehandlung nicht für die Massenfertigung von Bildschirmen geeignet und führt in der Regel auch nicht zu temperaturstabilen Texturen. Darüber hinaus ergibt diese Methode lediglich ein Schalten in einem Winkelbereich von bis zu maximal dem einfachen Tiltwinkel, der bei dem von Nito et. al. verwendeten Material bei ca. 22 °  
20 liegt (siehe S. 165 Abb. 6) und damit nur eine Transmission von maximal 50 % der Transmission zweier paralleler Polarisatoren ergibt.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung einer ferroelektrischen Aktiv-Matrix-Flüssigkristallanzeige, die eine ferroelektrische Flüssigkristallmischung  
25 enthält, wobei die Flüssigkristallmischung eine monostabile Lage einnimmt, dabei jedoch keine Streifentextur bildet, temperaturstabil ist und eine sehr hohe Maximaltransmission sowie einen sehr hohen Kontrast ermöglicht.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein monostabiles ferroelektrisches  
30 Aktivmatrix-Display, enthaltend eine Flüssigkristallschicht in Form einer

Monodomäne mit einer eindeutig definierten Richtung der Schichtennormalen  $z$  der  $smC^*$ -Phase, wobei die Schichtennormale  $z$  und die Vorzugsrichtung  $n$  der nematischen beziehungsweise cholesterischen Phase ( $N^*$ -Phase) einen Winkel von mehr als  $5^\circ$  ausbilden.

5

Das erfindungsgemäße Aktivmatrix - FLCD enthält als optisch wirksame Schicht ein ferroelektrisch flüssigkristallines Medium (Flüssigkristallphase) mit einer Phasenfolge von

10 Isotrop - Nematisch oder Cholesterisch ( $N^*$ )- smektisch  $C^*$

oder einer Phasenfolge

Isotrop - Nematisch oder Cholesterisch ( $N^*$ )- smektisch  $A^*$ - smektisch  $C^*$ ,

15 wobei die smektisch  $A^*$  Phase einen Existenzbereich (Phasenbereich) von maximal  $2^\circ C$ , vorzugsweise maximal  $1^\circ C$ , besonders bevorzugt maximal  $0.5^\circ C$  besitzt. Der Stern (\*) an der Phasenbezeichnung gibt an, daß es sich um eine chirale Phase handelt.

20 Die Herstellung der Displays erfolgt, vorzugsweise nach einem Verfahren, bei dem man die Flüssigkristallschicht in den Zwischenraum zwischen einer geriebenen Obersubstratplatte und einer geriebenen Untersubstratplatte des Aktiv-Matrix-Displays einbringt, wobei die Reiberichtungen auf der Ober- und Untersubstratplatte im wesentlichen parallel sind, und die Flüssigkristallphase aus der isotropen Phase  
25 abkühlt, wobei zumindest beim Phasenübergang  $N^* \rightarrow smC^*$  beziehungsweise  $N^* \rightarrow smA^* \rightarrow smC^*$  eine elektrische Gleichspannung am Display anliegt.

Die FLC-Mischung wird in ein Aktivmatrix-Display gefüllt. Die Herstellung und die Komponenten eines solchen AM-Displays ist ausführlich in der vorstehend

30 aufgeführten Literatur von Tsukuda, beschrieben. Die Dicke der FLC-Schicht beträgt

jedoch anders als bei nematischen Displays nur 0,7 bis 2,5, bevorzugt 1-2  $\mu\text{m}$ . Darüber hinaus sind die Reiberichtungen auf Ober- und Untersubstratplatten im wesentlichen parallel. Der Begriff "im wesentlichen parallel" schließt antiparallele oder schwach, d.h. bis zu  $10^\circ$  gekreuzte Reiberichtungen mit ein.

5

Wichtig für die Funktionsweise dieses Displays ist nun, daß bei der Herstellung des Displays beim kontrollierten Abkühlen eine elektrische Gleichspannung, vorzugsweise unterhalb 5 V, angelegt und beim Phasenübergang  $N^* \rightarrow smC^*$  bzw.  $N \rightarrow smA^* \rightarrow smC^*$  beibehalten wird, die dazu führt, daß das gesamte Display eine monostabile Monodomäne einnimmt, die zwischen gekreuzten Polarisatoren vollkommen dunkel erscheint.

Nach Erhalt dieser Domäne wird die Gleichspannung abgeschaltet. Die so erhaltene Textur ist im Gegensatz zu Hartmanns oben angeführtem Ansatz oder im Gegensatz zu konventionellen bistabilen FLCD monostabil. Dies bedeutet, daß sich der bevorzugte n-Direktor (der die Vorzugsrichtung der Moleküllängsachsen angibt), befindet sich in Reibrichtung der Zelle befindet, wohingegen der z-Direktor (der die Vorzugsrichtung der smektischen Lagennormale angibt) sich ungefähr um den Betrag des Tiltwinkels schräg zur Reiberichtung befindet. Diese Konstellation ist gerade entgegengesetzt zur gewöhnlichen bistabilen Zelle nach Clark und Lagerwall, bei der der z-Direktor in Reiberichtung liegt.

Im Unterschied zu Nitos Ansatz gibt es bei dieser Orientierung gerade keine zwei Lagennormalen und damit keine zwei Orientierungsdomänen, die letztlich zu der oben erwähnten störenden Streifentextur führen, sondern nur eine eindeutige Richtung des z-Direktors und daher eine Monodomäne. Darüber hinaus ist nun der zweifache Tiltwinkel, der zu 100% Transmission bezogen auf parallele Polarisatoren führt, zugänglich, d.h. es wird eine doppelte Helligkeit erzielt.

Das so erhaltene Display erscheint bei geeignetem Drehwinkel zwischen gekreuzten Polarisatoren vollkommen dunkel. Bei Anlegen einer Ansteuerspannung von nur wenigen Volt erscheint es hell, wobei die Helligkeit über die Spannung kontinuierlich variiert werden kann und bei Sättigung nahezu die Helligkeit zweier paralleler

5 Polarisationsfolien besitzt. Ein wichtiges Merkmal dieses Displays ist, daß der Winkel zwischen der Vorzugsrichtung der nematischen (bzw. cholesterischen) Phase und der Schichtennormale (z-Direktor) im Idealfall gleich dem Tiltwinkel der smektischen C-Phase ist, bzw. zumindest im wesentlichen gleich dem Tiltwinkel ist. "Im wesentlichen" im Sinne dieser Erfindung bedeutet vorzugsweise einen

10 Wertebereich vom halben bis zum vollen, besonders bevorzugt 0,8- bis 1-fachen Tiltwinkel, jedoch mindestens von 5°.

Das erfindungsgemäße ferroelektrische Aktivmatrix-Flüssigkristalldisplay ist in hohem Maße praxistauglich, insbesondere für TV und HDTV oder Multimedia, da es

15 hohe Transmission, kurze Schaltzeit, Grauskala und daher volle Farbfähigkeit, kostengünstige Herstellung und einen weiten Temperaturbereich miteinander vereinbart. Darüber hinaus läßt sich das Display bei Spannungen von  $\leq 10$  Volt, bevorzugt  $\leq 8$  V, besonders bevorzugt  $\leq 5$  V betreiben.

20 Die spontane Polarisation des erfindungsgemäßen Aktiv-Matrix-FLCD liegt vorzugsweise unterhalb  $15 \text{ nC/cm}^2$ , bevorzugt im Bereich von 0,01 bis  $10 \text{ nC/cm}^2$  bei der Betriebstemperatur des Displays.

Vorzugsweise beträgt in der Flüssigkristallschicht die Länge der chiral-nematischen

25 beziehungsweise cholesterischen Ganghöhe (pitch) in einem Temperaturbereich von mindestens 2°C oberhalb des Übergangs zur smektischen Phase mehr als 50  $\mu\text{m}$ .

Insbesondere wird unter Aktivmatrixdisplay im Sinne der vorliegenden Erfindung

30 auch ein LCD verstanden, bei dem eines der beiden Substrate durch die Rückseite

eines IC-Chips (IC = integrated circuit) ersetzt wird, wie beispielsweise bei D. M. Walba, Science 270, 250-251 (1995) beschrieben.

Die Displays können beispielsweise im TV-, HDTV- oder Multi-media-Bereich oder  
5 im Bereich der Informationsverarbeitung eingesetzt werden, z.B. in Notebook-PCs, Personal Digital Assistants oder Desktop-Monitoren.

Die nachfolgenden Beispiele sollen die Erfindung näher erläutern.

10

Beispiele

Beispiel 1

15 Eine FLC Mischung mit folgender Zusammensetzung wird hergestellt:

4-(5-Dodecylpyrimidin-2-yl)phenyl-4-(trans-pentylcyclohexan)carbonsäureester  
27 Gew.%

2-(4-Hexyloxyphenyl)-5-octylpyrimidin 19,7 Gew.%

20 2-(4-Decyloxyphenyl)-5-octylpyrimidin 25,6 Gew.%

2-(4-Octyloxyphenyl)-5-octylpyrimidin 24,7 Gew.%

(S)-2-Fluordecyl-[4-(5-Decylpyrimidin-2-yl)phenyl]ether 3 Gew.%

Die Phasenfolge beträgt:

25

Isotrop 83.1 °C Cholesterisch 57.7 °C Smektisch A\* 57.6 °C Smektisch C\*.

Der Tiltwinkel beträgt 25 ° bei 30 °C. Die spontane Polarisation beträgt 2 nC/cm<sup>2</sup>.



## Beispiel 2

Ein mit transparent - leitfähigem Indium-Zinnoxid-beschichtetes Glassubstrat wird in einem photolithographischen Prozeß strukturiert, so daß ein Elektrodenmuster erhalten wird. Die transparenten Leiterbahnen dieser Elektrodenstruktur werden zur elektrischen Ansteuerung des Displays mittels eines Funktionsgenerators verwendet und so das Schaltverhalten eines Dünnschichttransistors simuliert. Zwei derartig strukturierte Glasscheiben, die die Ober- und Unterseite des Displays- also die Trägerplatten - bilden, werden mit Hilfe eines Kleberrahmens zusammengefügt. Die Schichtdicke beträgt 1,3  $\mu\text{m}$ . Der Kleber wird durch vorsichtiges Erhitzen gehärtet, die Flüssigkristallmischung aus Beispiel 1 bei 100 °C eingefüllt und die Zelle durch langsames Abkühlen auf eine Temperatur von 60 °C gebracht. Bei dieser Temperatur wird eine Gleichspannung von 4 V angelegt und dann der Abkühlungsprozess bis auf 22 °C weitergeführt. Die Gleichspannung wird abgeschaltet. Es wird eine monostabile Monodomäne erhalten, die zwischen gekreuzten Polarisatoren völlig dunkel erscheint.

Die Zelle wird nun mit Rechteckpulsen variabler Amplitude beschaltet und die Transmission mittels einer Fotodiode und eines Oszilloskops gemessen. Man erhält folgende Werte der Transmission:

Spannung in Volt	Transmission = Fotodiodensignal in Millivolt
0	1
2	24
3	79
4	129
5	190

Nach dem Beschalten fällt die Zelle wieder in den Dunkelzustand (0 % Transmission) zurück.

Die folgende Tabelle zeigt die Schaltzeit und Relaxationszeit von maximaler Helligkeit in den Nullzustand in Abhängigkeit von der angelegten Rechteckspannung:

5

Spannung in Volt	Schaltzeit in Millisekunden	Relaxationszeit in Millisekunden
2	2,3	0,34
3	1,9	0,33
4	1,7	0,31
5	1,1	0,29

Alle Werte beziehen sich auf eine Temperatur von 22°C.

#### 10 Beispiel 3

	2-(4-Hexyloxyphenyl)-5-octylpyrimidin	18,9 Gew.%
	2-(4-Decyloxyphenyl)-5-octylpyrimidin	24,5 Gew.%
	2-(4-Octyloxyphenyl)-5-octylpyrimidin	23,6 Gew.%
15	2-(2,3-Difluor-4'-pentyl-biphenyl-4-yl)-5-nonyl-pyrimidin	30,0 Gew.%
	(S)-2-Fluordecyl-[4-(5-Decylpyrimidin-2-yl)phenyl]ether	3 Gew.%

Die Phasenfolge beträgt:

20 Isotrop 80°C Cholesterisch 60°C Smektisch C\*.

Die spontane Polarisierung beträgt 1,7 nC/cm<sup>2</sup>.

## Beispiel 4

Ein mit transparent - leitfähigem Indium-Zinnoxid-beschichtetes Glassubstrat wird in einem photolithographischen Prozeß strukturiert, so daß ein Elektrodenmuster erhalten wird. Die transparenten Leiterbahnen dieser Elektrodenstruktur werden zur elektrischen Ansteuerung des Displays mittels eines Funktionsgenerators verwendet und so das Schaltverhalten eines Dünnschichttransistors simuliert. Zwei derartig strukturierte Glasscheiben, die die Ober- und Unterseite des Displays- also die Trägerplatten - bilden, werden mit Hilfe eines Kleberahmens zusammengefügt. Die Schichtdicke beträgt 1,3  $\mu\text{m}$ . Der Kleber wird durch vorsichtiges Erhitzen gehärtet, die Flüssigkristallmischung aus Beispiel 3 bei 100 °C eingefüllt und die Zelle durch langsames Abkühlen auf eine Temperatur von 63°C gebracht. Bei dieser Temperatur wird eine Gleichspannung von 4 V angelegt und dann der Abkühlungsprozess bis auf 22 °C weitergeführt. Die Gleichspannung wird abgeschaltet. Es wird eine monostabile Monodomäne erhalten, die zwischen gekreuzten Polarisatoren völlig dunkel erscheint.

Die Zelle wird nun mit Rechteckpulsen variabler Amplitude beschaltet und die Transmission mittels einer Fotodiode und eines Oszilloskops gemessen. Man erhält folgende Werte der Transmission:

Spannung in Volt	Transmission = Fotodiodensignal in Millivolt
0	1
2	108
3	217
4	306
5	392

Nach dem Beschalten fällt die Zelle wieder in den Dunkelzustand (0 % Transmission) zurück.

- Die folgende Tabelle zeigt die Schaltzeit und Relaxationszeit von maximaler Helligkeit in den Nullzustand in Abhängigkeit von der angelegten Rechteckspannung:

Spannung in Volt	Schaltzeit in Millisekunden	Relaxationszeit in Millisekunden
2	1,9	0,33
3	1,6	0,29
4	1,4	0,25
5	0,94	0,24

- 10 Alle Werte beziehen sich auf eine Temperatur von 22°C.

## Patentansprüche

1. Monostabiles ferroelektrisches Aktivmatrix-Display, enthaltend eine Flüssigkristallschicht in Form einer Monodomäne mit einer eindeutig definierten Richtung der Schichtennormalen  $z$  der  $smC^*$ -Phase, dadurch gekennzeichnet, daß die Schichtennormalen  $z$  und die Vorzugsrichtung  $n$  der nematischen beziehungsweise cholesterischen Phase ( $N^*$ -Phase) einen Winkel von mehr als  $5^\circ$  ausbilden.
2. Aktivmatrix-Display nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Winkel zwischen der Schichtennormalen  $z$  der  $smC^*$ -Phase und der Vorzugsrichtung  $n$  der nematischen beziehungsweise cholesterischen Phase ( $N^*$ -Phase) in einem Bereich des 0,5-fachen bis 1,0-fachen des  $smC^*$ -Tiltwinkels liegt.
3. Aktivmatrix-Display nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die ferroelektrische Flüssigkristallschicht eine Phasenfolge
 
$$I^*-N^*-smC^*$$
 besitzt, wobei zwischen der  $N^*$ - und der  $smC^*$ -Phase eine  $smA^*$ -Phase mit einem Existenzbereich von maximal  $2^\circ C$  liegen kann.
4. Aktivmatrix-Display nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Spontanpolarisation der ferroelektrischen Flüssigkristallphase kleiner als  $15 \text{ nC/cm}^2$  ist.

5. Aktivmatrix-Display nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß in der Flüssigkristallschicht die Länge der chiral-nematischen beziehungsweise cholesterischen Ganghöhe (pitch) in einem Temperaturbereich von mindestens 2°C oberhalb des Übergangs zur smektischen Phase mehr als 50 µm beträgt.
6. Verfahren zur Herstellung von Aktivmatrix-Displays nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem man die Flüssigkristallschicht in den Zwischenraum zwischen einer geriebenen Obersubstratplatte und einer geriebenen Untersubstratplatte des Aktiv-Matrix-Displays einbringt, wobei die Reiberichtungen auf der Ober- und Untersubstratplatte im wesentlichen parallel sind, und die Flüssigkristallphase aus der isotropen Phase abkühlt, wobei zumindest beim Phasenübergang  $N^* \rightarrow smC^*$  beziehungsweise  $N^* \rightarrow smA^* \rightarrow smC^*$  eine elektrische Gleichspannung am Display anliegt.
7. Aktivmatrix-Display, herstellbar nach dem Verfahren gemäß Anspruch 6.
8. Verwendung von Aktivmatrix-Displays nach einem der Ansprüche 1 bis 5 und 7 im TV-, HDTV- oder Multimedia-Bereich oder im Bereich der Informationsverarbeitung.
9. Verwendung nach Anspruch 8 in Notebook-PCs, Personal Digital Assistants und Desktop-Monitoren.

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 6 G02F1/141

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 G02F G09G C09K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 199, no. 610, 31 October 1996 (1996-10-31) & JP 08 152654 A (SONY CORP), 11 June 1996 (1996-06-11) abstract -& JP 08 152654 A figures 1,2,10,13,14,20 ---	1,8,9
A	US 4 783 148 A (TSUBOYAMA AKIRA ET AL) 8 November 1988 (1988-11-08) column 1, line 18 - line 60 column 2, line 27 - line 52 column 3, line 7 - line 33 column 4, line 16 - line 45; claims 1-5; figures 1-3B --- -/--	1-9

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex

Special categories of cited documents

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 September 1999

Date of mailing of the international search report

05/10/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P B 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx 31 651 epo nl  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Manntz, W

# INTE. TIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 99/03437

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>WO 97 12355 A (PHILIPS ELECTRONICS NV ;PHILIPS NORDEN AB (SE)) 3 April 1997 (1997-04-03) cited in the application the whole document</p> <p>---</p>	1
A	<p>US 5 555 111 A (LAGERWALL SVEN T ET AL) 10 September 1996 (1996-09-10) the whole document</p> <p>-----</p>	1-9



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PC/EP 99/03437

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 08152654 A	11-06-1996	NONE	
US 4783148 A	08-11-1988	JP 2667816 B JP 63077019 A	27-10-1997 07-04-1988
WO 9712355 A	03-04-1997	EP 0815551 A JP 10510066 T US 5905484 A	07-01-1998 29-09-1998 18-05-1999
US 5555111 A	10-09-1996	US 5227905 A US 5083855 A US 4958916 A US 4840463 A US 4813767 A US 4563059 A US 4367924 A US 5555117 A US RE34967 E US RE34973 E US RE34949 E US RE34942 E US RE34950 E US RE34966 E CH 647337 A JP 1555765 C JP 56107216 A JP 63022287 B JP 2548749 B JP 63153521 A JP 2558405 B JP 5281580 A	13-07-1993 28-01-1992 25-09-1990 20-06-1989 21-03-1989 07-01-1986 11-01-1983 10-09-1996 13-06-1995 20-06-1993 23-05-1992 16-05-1989 23-05-1995 13-06-1986 15-01-1985 23-04-1990 26-08-1981 11-05-1988 30-10-1996 25-06-1988 27-11-1996 29-10-1993

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 6 G02F1/141

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 G02F G09G C09K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 199, no. 610, 31. Oktober 1996 (1996-10-31) & JP 08 152654 A (SONY CORP), 11. Juni 1996 (1996-06-11) Zusammenfassung -& JP 08 152654 A Abbildungen 1,2,10,13,14,20 ----	1,8,9
A	US 4 783 148 A (TSUBOYAMA AKIRA ET AL) 8. November 1988 (1988-11-08) Spalte 1, Zeile 18 - Zeile 60 Spalte 2, Zeile 27 - Zeile 52 Spalte 3, Zeile 7 - Zeile 33 Spalte 4, Zeile 16 - Zeile 45; Ansprüche 1-5; Abbildungen 1-38 ----- -/-	1-9

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

28. September 1999

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

05/10/1999

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Manntz, W

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr
A	WO 97 12355 A (PHILIPS ELECTRONICS NV ;PHILIPS NORDEN AB (SE)) 3. April 1997 (1997-04-03) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument ---	1
A	US 5 555 111 A (LAGERWALL SVEN T ET AL) 10. September 1996 (1996-09-10) das ganze Dokument -----	1-9

## INTERNATIONALER RESEARCHBERICHT

Angaben zu Veröffentlichung, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/03437

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 08152654 A	11-06-1996	KEINE	
US 4783148 A	08-11-1988	JP 2667816 B	27-10-1997
		JP 63077019 A	07-04-1988
WO 9712355 A	03-04-1997	EP 0815551 A	07-01-1998
		JP 10510066 T	29-09-1998
		US 5905484 A	18-05-1999
US 5555111 A	10-09-1996	US 5227905 A	13-07-1993
		US 5083855 A	28-01-1992
		US 4958916 A	25-09-1990
		US 4840463 A	20-06-1989
		US 4813767 A	21-03-1989
		US 4563059 A	07-01-1986
		US 4367924 A	11-01-1983
		US 5555117 A	10-09-1996
		US RE34967 E	13-06-1995
		US RE34973 E	20-06-1993
		US RE34949 E	23-05-1992
		US RE34942 E	16-05-1989
		US RE34950 E	23-05-1995
		US RE34966 E	13-06-1986
		CH 647337 A	15-01-1985
		JP 1555765 C	23-04-1990
		JP 56107216 A	26-08-1981
		JP 63022287 B	11-05-1988
		JP 2548749 B	30-10-1996
		JP 63153521 A	25-06-1988
		JP 2558405 B	27-11-1996
		JP 5281580 A	29-10-1993